

APLICACIÓN DEL MODELO SWMM PARA EL DIAGNÓSTICO DE UN SISTEMA PLUVIAL URBANO SINGULAR EN UNA LOCALIDAD DEL NOROESTE BONAERENSE

Angheben, Enrique¹; Romanazzi, Pablo¹; Calvetty Ramos, Gabriela¹; Bonardo, Leandro²

¹ Integrantes de la UIDET Hidrología – Dto. Hidráulica, FI-UNLP

² Becario de la UIDET Hidrología – Dto. Hidráulica, FI-UNLP

UIDET Hidrología - Departamento de Hidráulica - Facultad de Ingeniería - UNLP

Calle 47 N° 200, piso 1, Oficina 6, La Plata - Tel. 0221-427-5223

eangheben@hotmail.com

Palabras Clave: Inundación, SWMM, Reservorios, 30 de Agosto

INTRODUCCIÓN

La localidad de 30 de Agosto se ubica a 40 km de la ciudad de Trenque Lauquen, al Oeste de la provincia de Buenos Aires, en el partido del mismo nombre. Cuenta con alrededor de cinco mil habitantes, y su economía se basa principalmente en la agricultura y la producción de tambos lecheros.

Desde hace décadas la zona Oeste de la provincia sufre inundaciones que afectan no sólo a áreas productivas, sino también a importantes centros urbanos y pequeñas localidades que sobrellevan de igual manera sus consecuencias.

La situación se ve aún más comprometida por la geomorfología regional, esto es, una zona de dunas separadas por bajos (interdunas), de carácter arréica, sin cursos naturales predominantes que encaucen los escurrimientos superficiales, determinado la importancia de la evapotranspiración y la infiltración como balance de las precipitaciones.

En particular esta comuna ha sufrido en los últimos años importantes inundaciones de su casco urbano, como consecuencia de precipitaciones de corta duración y variada intensidad, llegando incluso a niveles que causaron el ingreso del agua a las viviendas. Este es el caso del evento del 2 y 3 de febrero de 2015, de 280 mm lluvia precipitada en 24 horas.

Fue precisamente la inundación provocada por esa precipitación la que derivó en la encomienda por parte de la Municipalidad de Trenque Lauquen a la UIDET Hidrología de un “Estudio Hidrológico – Hidráulico de la Localidad de 30 de Agosto”. El presente trabajo se llevó adelante en el marco de ese Estudio, en el cual el becario desarrolló el modelo hidrodinámico, realizó la carga de datos planialtimétricos e hidrológicos, y efectuó las diferentes corridas de diagnóstico y verificación de las obras propuestas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Trabajos de Campo

Antes de dar inicio al estudio, y durante su realización, se requirió efectuar trabajos de campo. Se efectuaron tres visitas a la localidad con diferentes objetivos. Las dos primeras se focalizaron en el reconocimiento físico del medio, la identificación del sistema de desagües pluviales (reservorios, estaciones de bombeo, conducciones, puntos de vuelco, etc.), tomar contacto con autoridades y vecinos, y el intercambio de documentación gráfica digital, planialtimétrica y estadística presente en instituciones locales. La tercera, se destinó a un relevamiento topográfico expeditivo de puntos claves que interesaban al funcionamiento y calibración del modelo, además de la toma del nivel freático en el pozo testigo ubicado en la Escuela de Educación Secundaria Agraria N° 1 (EESA N° 1), “Manuel

Belgrano” de 30 de Agosto. El relevamiento se realizó con un equipo GPS geodésico TopCon GR3.

En la Figura N° 1 se muestran, sobre una imagen satelital de 30 de Agosto, los puntos más relevantes de su sistema de desagües pluviales, coincidentes con los puntos donde se complementó el relevamiento existente con cotas definidas para el modelo (napa freática, nivel en reservorios, arranque y parada de bombas, etc.).



Figura N° 1: Relevamiento de los puntos más importantes de la localidad.

Estudio Hidrológico

El trabajo de gabinete consistió primeramente en la recopilación de antecedentes de base en diferentes instituciones, entre las cuales se destacan los registros de precipitaciones diarias de la estación Trenque Lauquen del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), las cartas en escala 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN), imágenes SRTM y el amanzanamiento del ejido urbano, en formato Shape (SIG). En forma complementaria a los trabajos de campo, y con los antecedentes recopilados se realizó un estudio estadístico de precipitaciones y de niveles freáticos de la localidad.

En particular, los resultados del estudio de precipitaciones, elaborado a partir de los datos obtenidos de la EESA N°1 y el Servicio Meteorológico Nacional, se presentan en el trabajo *“Importancia del registro local de datos meteorológicos. Estudio de caso, escuela agraria de 30 de Agosto, Pcia. de Buenos Aires”*, presentado para estas mismas Jornadas. Como resultado relevante de dicho estudio podemos mencionar que existe una buena correlación entre las series de precipitaciones de Trenque Lauquen y 30 de Agosto, constatándose en general valores superiores de la primera respecto de la segunda. La recurrencia o período de retorno del evento de Febrero de 2015 supera, en todos los casos, los 30 años.

Como método de estimación de las curvas Intensidades – Duración – Recurrencia (IDR), se utilizó el método de Regionalización de las Lluvias Intensas en Argentina, propuesto en el Manual para el “Diseño de Planes Maestros para la Mejora de la Infraestructura y la Gestión del Drenaje Urbano”, de la Dirección Provincial de Obras Hidráulicas (DPOH, ex DiPSOH).

Modelación Matemática

El modelo matemático utilizado fue el Storm Water Management Model” (SWMM) de la “United States Environmental Protection Agency” (EPA), del tipo hidrológico-hidrodinámico, de licencia libre y gratuita, y de amplio uso en este tipo de estudios. El modelo permite la simulación de los procesos de transformación lluvia – caudal y su traslado a lo largo de la red de desagües, tanto por calles como por conductos simultáneamente. Posee dos módulos principales, uno de escorrentía y otro de transporte.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como sucede en general en toda trama urbana, una parte del excedente pluvial escurre a superficie libre por calles y zanjas, y otra, lo hace por una red de conductos de diámetros y/o secciones variables. Pero en el caso analizado, también existen, y forman parte del sistema pluvial, varios reservorios que acumulan y retardan los picos de caudal, así como también varias estaciones de bombeo que impulsan esos volúmenes acumulados a canales a cielo abierto sin revestir, los cuales finalmente conducen esos excedentes hacia fuera de la planta urbana del pueblo. En particular para las aproximadamente 272 hectáreas que conforman el ejido urbano de 30 de Agosto, existen cinco reservorios, cuatro estaciones de bombeo, y el entramado de una red de cuatro conducciones pluviales que, partiendo desde una misma esquina, transportan esos excedentes hacia dos diferentes puntos de descarga.

Se suma a la dificultad anterior, el contexto regional de muy baja pendiente donde se ubica la localidad, esto es, el noroeste bonaerense, la cual se verifica en la propia altimetría de su planta urbana, de cota casi invariante en el orden de 100m IGN y pendiente 0,3 por mil, causando que tanto los escurrimientos superficiales como por conductos, sean poco eficientes.

De la aplicación de la metodología propuesta en el Manual de la DPOH, se obtuvieron las relaciones I-D-R que se muestran en la siguiente Figura N° 2.

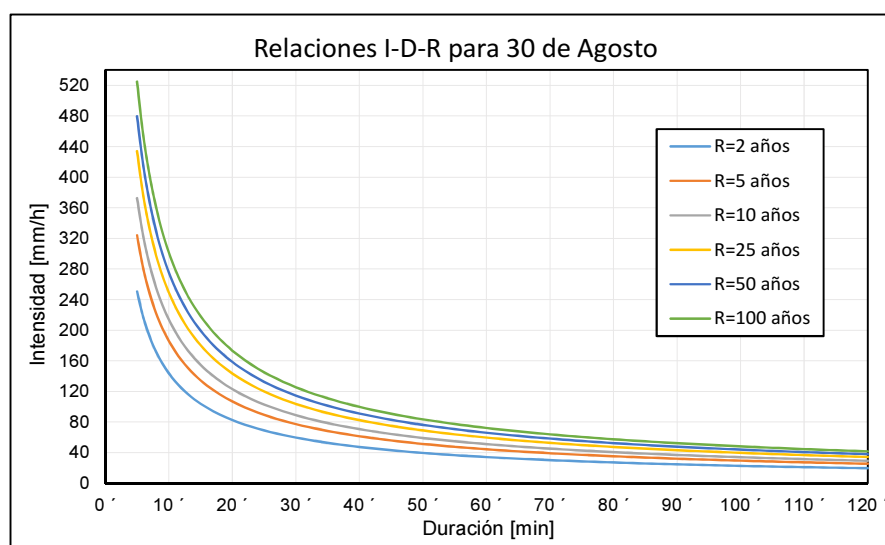


Figura N° 2: Curvas I-D-R para 30 de Agosto

Habiéndose estimado el tiempo de concentración de la mayor cuenca en el orden de una hora, aplicando el método de Bloques Alternos con intervalos de 5 minutos y para

recurrencias de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años; se generaron hietogramas de proyecto, de una duración igual al doble del tiempo de concentración, con el pico de intensidad coincidiendo con dicho tiempo.

El armado del modelado comenzó incorporando el trazado urbano mediante nodos y conducciones, que representaban esquinas, calles y conductos pluviales respectivamente. Posteriormente se añadieron los reservorios y estaciones de bombeo, y finalmente se cargaron las lluvias de diseño que alimentan el módulo hidrológico.

En la Figura N° 3 se muestra una vista general de cómo interpreta el modelo a la planta urbana de 30 de Agosto. Las áreas en gris corresponden a las cuencas de aporte pluvial que desaguan a cada esquina, representadas en el modelo como un nodo de cálculo, y las calles y conductos como las líneas (links) que unen esos nodos.

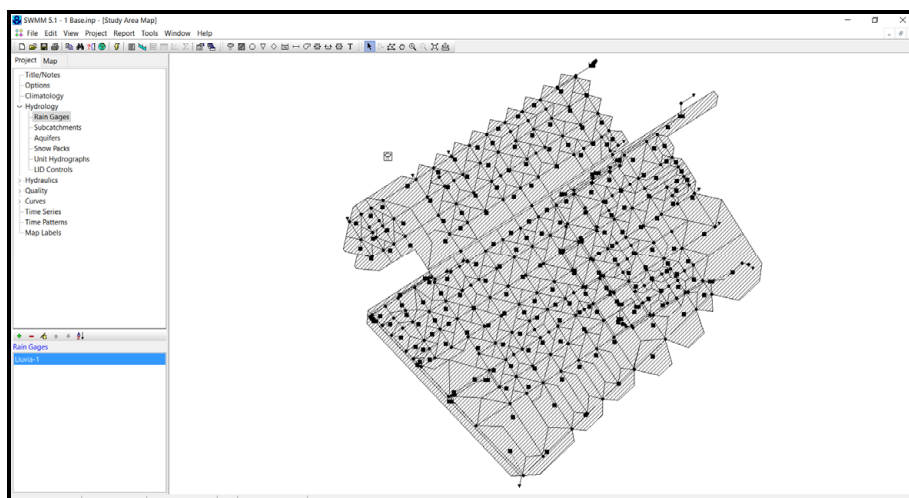


Figura N° 3: Planta urbana de 30 de Agosto según el modelo SWMM.

Dentro de las potencialidades del modelo SWMM, se encuentra la posibilidad de, una vez puesto a correr con las diferentes tormentas de diseño, observar lo que sucede en cada nodo y/o calle (por ejemplo altura de agua en calles y veredas) mediante la representación en una escala de colores, que ayuda a la interpretación. Una vista de dicha representación se muestra en la Figura N° 4.

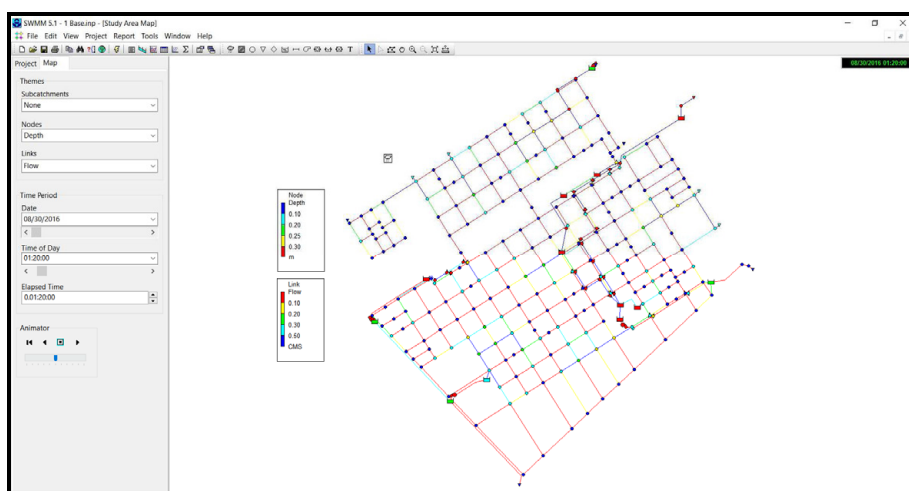


Figura N° 4: Planta urbana con niveles de agua en calles y esquinas según el modelo SWMM.

Con la modelización se pudo establecer un diagnóstico del funcionamiento actual del sistema pluvial y evaluar posibles soluciones a tomar en cuenta. Para ello se trabajó principalmente con escenarios de lluvias de 2 y 5 años de recurrencia, compatibles con lo

requerido por la normativa para los proyectos de desagües pluviales, y tres posibles escenarios con intervención futura, como ser, la ampliación de los reservorios, la ejecución de nuevas conducciones y finalmente una que contempla ambas posibilidades.

Respecto a las estaciones de bombeo existentes no se ha previsto la modificación de su actual configuración, dado que su principal función es el vaciado de los reservorios en un tiempo razonable, y su participación en la evacuación de los picos de caudal es muy menor.

A modo de ejemplo de los resultados obtenidos en la modelación de los reservorios, en la siguiente Tabla N° 1 se comparan los volúmenes actuales con los mínimos necesarios para amortiguar una lluvia de 2 años de recurrencia.

Tabla N° 1: Evaluación de la capacidad de los reservorios de la localidad.

Reservorio	Altura Disponible [m]	Volumen Actual [m ³]	Volumen Mínimo Necesario [m ³]
Reservorio 1	1,57	3234,2	3.500
Reservorio 2	1,10	9790,0	10.000
Reservorio 3	1.49	3851,7	4.500
Reservorio 4	1,27	2892,1	3.500
Reservorio 5	2,18	4922,2	5.000

Igualmente, en la Figura N° 5 se comparan los tirantes en función del tiempo (para R= 5 años), en una de las esquinas más comprometidas, para diferentes escenarios de acciones correctivas.

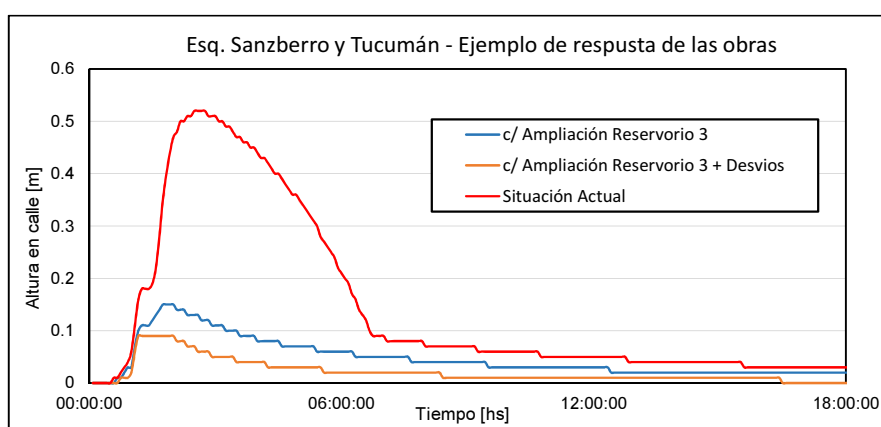


Figura N° 5: Ejemplo de visualización de la respuesta de las obras propuestas

El resultado de la modelación determino que en general el sistema de desagües pluviales de 30 de Agosto no es compatible con precipitaciones del orden de los 2 años de recurrencia, los problemas derivan tanto del déficit de volúmenes de almacenamiento como de la capacidad de las conducciones.

En lo que respecta a los reservorios se recomendó adoptar los volúmenes necesarios para una lluvia de 2 años de recurrencia, para valores mayores los volúmenes necesarios empiezan a ser condicionados por su ubicación en la planta urbana.

La escasa pendiente regional y en particular las características planialtimétricas de 30 de Agosto requieren tomar especial atención sobre el mantenimiento de un buen estado de conservación y limpieza de las conducciones y reservorios. Esa baja pendiente y el tipo de suelo (arenoso) provocan el embancamiento de los conductos, lo cual reduce su eficiencia, e incluso la puede anular.

Se recomendó buscar elevar el grado de protección del sistema de desagües pluviales, intentando llegar a los 5 años de recurrencia, grado aceptable para la localidad, implementado un plan de proyectos, obras y acciones que en forma paulatina tiendan a este objetivo.

Trabajar con un modelo georreferenciado, apoyado en imágenes satelitales, facilita la interpretación de las características de las cuencas y la carga de datos, pero sobre todo la extrapolación de los resultados a la planialtimetría urbana o modelo digital del terreno, para por ejemplo, la elaboración de mapas de inundación.

CONCLUSIONES

El caso estudiado representa un ejemplo más respecto a que la aplicación de un modelo hidrodinámico del tipo SWMM es la herramienta adecuada para la correcta evaluación de este tipo de sistemas pluviales complejos, dada la variedad, tipo y funciones de los componentes hidráulicos presentes. El resultado de la modelación permitió formular recomendaciones pertinentes y útiles, para un mejor manejo de los desagües pluviales de la localidad de 30 de Agosto.

Sin embargo, también es un ejemplo de como una precipitación de período de retorno varias veces superior a los de diseño de los desagües pluviales, puede afectar a una localidad, cualquiera sea ésta, pero sí, como en este caso, nos referimos a una pequeña población, con mayor cercanía y afinidad entre vecinos, el impacto relativo es mayor.

Situación ésta que se ve agravada debido a que, en general, estas pequeñas localidades poseen menor capacidad de respuesta.

Esto requiere entonces tomar conciencia qué, más allá de las “dimensiones” de la planta urbana, es necesario contar siempre con un Plan Integral de manejo de los desagües pluviales, que tenga en cuenta la implementación de planes de alerta y contingencia. Así siendo éstos consensuados e implementados desde la autoridad municipal y conocidos por los vecinos, ayuden a llevar adelante situaciones conflictivas, de manera de minimizar las pérdidas materiales, pero sobre todo resguardar la vida de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Brown, S., Stein, S. y Warner, J. (2001); “Urban Drainage design manual”, HEC-22.
- Dingman, S. L. (2002); “Physical Hydrology”; 2a Ed, Prentice Hall.
- Loague, K. (2010); “Rainfall – runoff modelling”; BPH4, IASH.
- Ministerio de Infraestructura de la Provincia de Buenos Aires (2011); “Manual para el diseño de Planes Maestros”; La Plata.
- Romanazzi, P. (2011); “Caracterización y tratamiento de la inundación urbana: el caso de la cuenca del arroyo del Gato en el partido de La Plata”; Laboratorio de Hidrología, Facultad de Ingeniería, UNLP; <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26662>; La Plata.
- Romanazzi, P. (2014); “Evaluación del desagüe existente y proyectado con un modelo dual: cuenca arroyo del Gato, La Plata, Buenos Aires, Argentina”; II Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, Santa Fe, Argentina.
- Singh, V. P. (1988); “Hydrologic Systems, Vol. I, Rainfall-Runoff Modeling”, Prentice Hall.
- Singh, V. P. (1989); “Hydrologic Systems: Vol. II - Watershed Modeling”, Prentice Hall.
- Viessman, W. y Lewis, G. (2003), “Introduction to Hydrology”, 5a Ed., Prentice Hall.